

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-105172

(43)Date of publication of application : 11.04.2000

(51)Int.Cl.

G01M 15/00

(21)Application number : 10-277777

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
ONO SOKKI CO LTD

(22)Date of filing : 30.09.1998

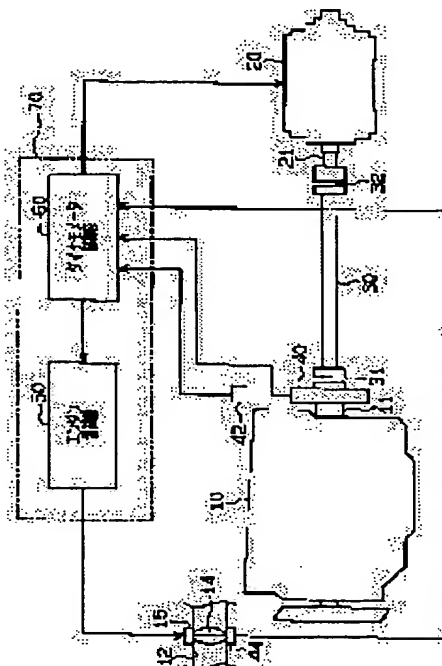
(72)Inventor : SHIROTA KOJI  
SAGIYAMA TATSUYA  
SATO KOJI

## (54) APPARATUS FOR TESTING PRIME MOVER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a prime mover-testing apparatus which can obtain test results conforming to a transient run state of a vehicle when an automatic transmission shifts gears frequently.

**SOLUTION:** A dynamometer control part 60 is separated to a constituting body for coupling a vehicle driving system to the side of an input shaft of a transmission and a constituting part for coupling the driving system to the side of an output shaft. A load torque is calculated on the basis of a dynamic characteristic model introduced with using an equivalent inertia, an equivalent damping constant and an equivalent spring constant of each constituting body and a speed reduction ratio of the transmission as model constants. The dynamometer control part 60 controls a dynamometer 20 so that the load torque is applied to a crankshaft 11, of an engine 10 from the dynamometer 20. The dynamometer control part 60 calculates the speed reduction ratio on the basis of a sine function having an elapsed time after the start of a gear shift as a variable when the load torque is to be operated at the gear shift of the transmission.



---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] It is test equipment of a motor which is provided with the following and examines by changing into the state where it was carried in said vehicles in false without carrying said motor in said vehicles by giving said load torque to calculate to said driving shaft from said load torque grant means, Test equipment of a motor, wherein said calculating means is what requires predetermined time beforehand set to a value after a change, and carries out gradual change operation from a value before switching said moderating ratio when calculating said load torque at the time of a change of said moderating ratio.

A load torque grant means to give load torque to a driving shaft of a motor for vehicles connected with an automatic transmission which constitutes a part of vehicle drive system.

Said vehicle drive system is divided into a construct by which drive connection is carried out to the input-shaft side of said automatic transmission, and a construct by which drive connection is carried out to the output-shaft side of the automatic transmission at least, A calculating means which calculates load torque which gives a moderating ratio of the equivalent inertia of each construct, an equivalent damping constant, an equivalent load rate, and said automatic transmission to said driving shaft based on a dynamic characteristic model introduced as a model constant.

[Claim 2] Test equipment of a motor characterized by said calculating means being what carries out gradual change operation of the moderating ratio so that a rate of change of said moderating ratio may change gradually in test equipment of a motor indicated to claim 1.

[Claim 3] Test equipment of a motor characterized by said calculating means being what sets up a change mode of said moderating ratio based on a sine function which makes a variable lapsed time from a change start time of the moderating ratio in test equipment of a motor indicated to claim 2.

[Claim 4] In test equipment of a motor indicated to either of claims 1 thru/or 3, said calculating means sets up upper limit about output torque of said output shaft computed based on an input torque inputted into said input shaft at the time of a shift up which decreases said moderating ratio, and said moderating ratio, Test equipment of a motor being what restricts said output torque to below the upper limit concerned

until said predetermined time passes.

[Claim 5] In test equipment of a motor indicated to either of claims 1 thru/or 3, said calculating means sets up a lower limit about output torque of said output shaft computed based on an input torque inputted into said input shaft at the time of a down shift which increases said moderating ratio, and said moderating ratio, Test equipment of a motor being what restricts said output torque more than the lower limit concerned until said predetermined time passes.

[Claim 6] Test equipment of a motor characterized by said calculating means being what sets up said upper limit or said lower limit as a function about lapsed time from a change start time of said moderating ratio in test equipment of a motor indicated to claim 4 or 5.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In this invention, load torque is given to a motor called the engine and electric motor which are used as a driving source of vehicles.

Therefore, it is related with the test equipment of the motor which was made to examine by changing into the state where the motor was carried by vehicles in false.

[0002]

[Description of the Prior Art] As for the various examinations about output characteristics, the fuel consumption characteristic, or the emission gas characteristic of the engine for vehicles, it is common to carry out, where the engine is actually carried in vehicles. However, the test result obtained by doing in this way corresponds only to combination with the vehicles by which the engine and the engine are carried to the last.

For example, when the weight of vehicles and the specification of a drive system are changed, it is necessary to examine by recarrying an engine in the vehicles after change again.

It is necessary to secure the space for vehicles, and enlargement of the test facility is not avoided in such a test method, either.

[0003] Then, the test equipment which made in false the state where the engine was

carried in vehicles is conventionally proposed by connecting a dynamometer with an engine rather than actually carrying an engine in vehicles, and giving load torque from the dynamometer to an engine.

[0004]According to such test equipment, even when the specification of vehicles is changed, it is not necessary to secure the space for what is necessary being just to change the load torque of a dynamometer according to the specification change, and arranging vehicles. Therefore, various engine examinations can be done now very efficiently in few spaces, and the test system excellent in flexibility and economical efficiency can be built.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In conventional test equipment, while computing inertial resistance from vehicle mass and vehicles acceleration, The comparatively reliable test result has been obtained about the engine characteristic when it is in the steady run state he is trying to give the load torque computed based on this inertial resistance to an engine, and vehicles run with fixed acceleration.

[0006]However, in the vehicles it is actually running, time to be in a run state steady as mentioned above is comparatively short, and the greater part of the run state is a transitional run state from which vehicles acceleration changes frequently according to a driver's acceleration-and-deceleration demand. Thus, if vehicles will be in a transitional run state, in order to change engine load torque and for torsional vibration to occur in the drive system of transmission or vehicles called a drive shaft by the change, the size of load torque comes to change with vibrational states of a drive system.

[0007]Then, a still more precise dynamic characteristic model is built about vehicles, and how to compute load torque based on the dynamic characteristic model can be considered. That is, if load torque is computed based on the dynamic characteristic model which introduced the equivalent damping constant and equivalent load rate of vehicles as a model constant in addition to vehicles inertia etc., the load torque also reflecting the transitional state of such vehicles can be given to an engine.

[0008]By the way, in the examination supposing the vehicles carrying an automatic transmission. While introducing the moderating ratio of the automatic transmission as one of the model constants of the above dynamic characteristic models, It is necessary to compute load torque by setting up the shifting time of an automatic transmission according to the virtual vehicle speed etc. which were called for based on this dynamic characteristic model, and switching the moderating ratio of an automatic transmission to this shifting time.

[0009]However, in such an examination, when a moderating ratio is switched to the value after gear change in an instant from the value before changing gears at the shifting time, the load torque which cannot act on an engine actually at the time of the change is computed, and there is a possibility that it may be given to the engine. That is, even if a speed change command is inputted to an automatic transmission in actual vehicles, for a moderating ratio not to change simultaneously with the input of the speed change command, to originate in the response delay of an automatic transmission, and it is for the change of a moderating ratio to be overdue. If it is not made not to compute load torque after taking into consideration the transitional action of the automatic transmission in such the shifting time, it becomes impossible therefore, to obtain the test result adapted to the transitional run state of the vehicles with which shift operation of an automatic transmission is performed frequently.

[0010]In order to make the transitional action of such an automatic transmission reflect in calculation of load torque, after modeling precisely the mechanical system and hydraulic line in an automatic transmission, for example, building the dynamic characteristic model of vehicles is also considered. However, if it is going to model an automatic transmission precisely in this way, it will become difficult for flexibility to be lost and to deal with the model change of an automatic transmission flexibly, so that it comes to require great time when making a model with complication of a model and a model becomes complicated.

[0011]This invention is made in view of such the conventional actual condition, and the purpose, The transitional action concerning the shift operation of an automatic transmission is made to reflect in a test result simple, and it is in providing the test equipment of the motor which can obtain the test result adapted to the transitional run state of the vehicles with which the shift operation is performed frequently.

[0012]

[Means for Solving the Problem]To achieve the above objects, an invention indicated to claim 1, A load torque grant means to give load torque to a driving shaft of a motor for vehicles connected with an automatic transmission which constitutes a part of vehicle drive system, A vehicle drive system is divided into a construct by which drive connection is carried out to the input-shaft side of an automatic transmission, and a construct by which drive connection is carried out to the output-shaft side of the automatic transmission at least, It has a calculating means which calculates load torque which gives a moderating ratio of the equivalent inertia of each construct, an equivalent damping constant, an equivalent load rate, and an automatic transmission

to a driving shaft based on a dynamic characteristic model introduced as a model constant, It is test equipment of a motor which examines by changing into the state where it was carried in vehicles in false without carrying a motor in vehicles by giving load torque to calculate to a driving shaft from a load torque grant means, When a calculating means calculates load torque at the time of a change of a moderating ratio, it supposes that it is what requires predetermined time beforehand set to a value after a change, and carries out gradual change operation from a value before switching a moderating ratio.

[0013]According to such composition, after taking into consideration a transitional change of a moderating ratio in the shifting time of an automatic transmission, load torque which should be given to a motor can be computed.

[0014]When carrying out gradual change operation of the moderating ratio in this way like an invention indicated to claim 2, – A calculating means like an invention indicated to claim 3 or it carries out gradual change operation of the moderating ratio so that a rate of change of a moderating ratio may change gradually, If composition that – calculating means is what sets up a change mode of a moderating ratio based on a sine function which makes a variable lapsed time from a change start time of the moderating ratio is adopted in addition to the above-mentioned composition, It can inhibit now that excessive load torque which can make change of a moderating ratio smoother, for example, must have been generated in a real working state acts to a motor.

[0015]In test equipment of a motor indicated to either of claims 1 thru/or 3 by the invention indicated to claim 4, A calculating means sets up upper limit about output torque of an output shaft computed based on an input torque and a moderating ratio which are inputted into an input shaft at the time of a shift up which decreases a moderating ratio, and it supposes that it is what restricts output torque to below the upper limit concerned until predetermined time passes.

[0016]In test equipment of a motor indicated to either of claims 1 thru/or 3 by the invention indicated to claim 5, A calculating means sets up a lower limit about output torque of an output shaft computed based on an input torque and a moderating ratio which are inputted into an input shaft at the time of a down shift which increases a moderating ratio, and it supposes that it is what restricts output torque more than the lower limit concerned until predetermined time passes.

[0017]According to the invention indicated to claim 4 or claim 5, transitional torque transmission characteristics in an automatic transmission can be made to reflect in calculation of load torque in simple. In an invention indicated to claim 6, a calculating

means shall have set up upper limit or a lower limit in test equipment of a motor indicated to claim 4 or 5 as a function about lapsed time from a change start time of a moderating ratio.

[0018]According to such composition, transitional torque transmission characteristics in an automatic transmission on a model can be reproduced now in an exact form adapted to the characteristic of a actual automatic transmission, The transitional torque transmission characteristics of an automatic transmission can be made to reflect correctly by calculation of load torque now.

[0019]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, this invention is explained with reference to drawing 1 – 13 about one embodiment applied to the test equipment of the gasoline engine carried in the vehicles provided with the automatic transmission (transmission).

[0020]Drawing 1 is an outline lineblock diagram showing the test equipment in this embodiment. By transmitting the torque generated in the dynamometer 20 to the gasoline engine 10 for vehicles (only henceforth an "engine") via the shaft 30, this test equipment is made into the loaded condition which carries the engine 10 in vehicles in false, and does various examinations.

[0021]The engine 10 and the dynamometer 20 adjoin so that the crankshaft 11 and the input shaft 21 may be located on the same axle, and they are being fixed on the bench (graphic display abbreviation), respectively. The end of these crankshafts 11 and the input shaft 21 is connected with the end of the shaft 30 respectively via the coupling 31 and 32, respectively.

[0022]Test equipment is provided with the control device 70 with Engine control section 50 for controlling the output of the engine 10, and the dynamometer control section 60 for controlling the torque which the dynamometer 20 is made to generate.

[0023]Engine control section 50 adjusts the output of the engine 10 so that a virtual speed (vehicle speed SPD) of the vehicles computed in the dynamometer control section 60 may change according to the predetermined vehicle speed pattern defined beforehand. Regulation of such an output is performed by adjusting the opening (throttle opening TA) of the throttle valve 14 provided in the suction passage 12 of the engine 10 with the throttle motor 15.

[0024]Namely, Engine control section 50 increases the quantity of the suction air which increases throttle opening TA and is supplied to the combustion chamber (graphic display abbreviation) of the engine 10 when vehicle speed SPD is lower than predetermined target speed, Conversely, when vehicle speed SPD is higher than predetermined target speed, the opening of throttle opening TA is decreased and

suction air quantity is decreased.

[0025] A detecting signal is inputted into the dynamometer control section 60 from the various sensor which detects the operational status of the engine 10. The torque sensor 40 which detects the torque (real torque TACT) actually transmitted to the engine 10 from the dynamometer 20 is formed in the crankshaft 11. Near the crankshaft 11, it is the revolving speed of the crankshaft 11, i.e., revolving speed  $\theta_e$  of the engine 10. The rotational speed sensor 42 to detect is formed. The throttle sensor 44 for detecting throttle opening TA near the throttle valve 14 is formed.

[0026] The dynamometer control section 60 computes the load torque (indicated torque TTRG) which generates the dynamometer 20 based on each detecting signal inputted from these each sensors 42 and 44, and the dynamic characteristic model of the vehicles by which the engine 10 is carried. And the dynamometer control section 60 carries out feedback control of the dynamometer 20 so that the real torque TACT detected by the computed indicated torque TTRG and torque sensor 40 may be in agreement.

[0027] Drawing 2 is a key map showing the dynamic characteristic model of these vehicles. As shown in the figure, in this embodiment, vehicles A torque converter and transmission. (it is hereafter called "the 1st construct M1" — the same — transmission — and a differential gear. He is trying to make a model as a torsional vibration system of 3 flexibility by classifying into two or more constructs M1-M3 called (it is hereafter called "the 2nd construct M2"), the wheel, the tire, and body (henceforth "the 3rd construct M3").

[0028] The dynamometer control section 60 is revolving speed  $\theta_e$  of the engine 10 to the alliance equation of motion based on such a dynamic characteristic model. It inputs and indicated torque TTRG is computed by solving each equation of motion a predetermined operation cycle. Incidentally, construction of the equation of motion based on such a dynamic characteristic model and its data processing can be easily performed, for example using control-simulation software.

[0029] In the figure, engine equivalent inertia and " $J_1$ " - " $J_3$ " " $J_e$ " The equivalent inertia of each above-mentioned constructs M1-M3, " $K_1$ " and " $K_2$ ", the equivalent load rate of the 1st construct M1 and the 2nd construct M2, " $C_1$ ", and " $C_2$ " are the equivalent damping constants of the 1st construct M1 and the 2nd construct M2, and these are model constants identified based on an experiment, a designed value, etc.

[0030] " $t$ " is a torque ratio of a torque converter, " $n_t$ " is a moderating ratio of transmission, and " $n_d$ " is a moderating ratio of a differential gear and is the constant



value set up beforehand. On the above-mentioned dynamic characteristic model, these each parameter  $t$ ,  $nt$ , and  $nd$  in order, It is a model constant for setting up the transmitting torque transmitted to the 1st construct M1 from an engine, the transmitting torque transmitted to the 2nd construct M2 from the 1st construct M1, and the transmitting torque transmitted to the 3rd construct M3 from the 2nd construct M2, respectively.

[0031]The ratio of the transmitting torque which “ $k$ ” is delivered to the 2nd construct M2 from the 1st construct M1 on the above-mentioned dynamic characteristic model. (Hereafter, in order to distinguish from torque ratio  $t$  of a torque converter, it is considered as a “transient torque ratio”), It is a model constant for corresponding to the ratio of the input-and-output torque of transmission in actual vehicles, and evaluating the transitional torque transmission characteristics in the shifting time of the transmission.

[0032]Each model constant transient torque ratio  $k$  which evaluates torque ratio [ of the torque converter mentioned above ]  $t$ , the moderating ratio  $nt$  of transmission, and the transient characteristic of the above-mentioned transmission is computed by the dynamometer control section 60 for every operation cycle which computes indicated torque TTRG. Hereafter, drawing 3 in which the detailed composition of the dynamometer control section 60 is shown and drawing 4 – the function data of nine, a flow chart, etc. are combined, referred to and explained about the calculation procedure of each such model constant.

[0033]As shown in drawing 3, The dynamometer control section 60 each above-mentioned model constant. The model constant set part 61 to set up, the indicated torque operation part 62 which computes indicated torque TTRG based on each above-mentioned equation of motion, the speed operation part 63 which computes vehicle speed SPD, the comparing element 64 which computes torque deviation  $u$  of indicated torque TTRG and the real torque TACT, And it has the actuator 65 grade which carries out feedback control of the driving current of the dynamometer 20 based on this torque deviation  $u$ , and is constituted.

[0034]The speed operation part 63 computes vehicle speed SPD based on the revolving speed  $\theta'3$  of the 3rd construct M3 computed by the indicated torque operation part 62, i.e., the revolving speed of a tire, and a following formula (1).

$$SPD = k1 \cdot \theta'3 \quad \dots (1)$$

$k1$ : Constant  $r$ : The radius speed operation part 63 of a tire outputs the signal according to the size of vehicle speed SPD computed in this way, respectively to the model constant set part 61 and the indicated torque operation part 62.

[0035]The model constant set part 61 is provided with the memory (graphic display abbreviation) each above-mentioned model constant (Je, J1-J3, K1, K2, C1, C2, nd) was remembered to be, and outputs these each model constant to the indicated torque operation part 62. The model constant set part 61 outputs computed each model constant  $t$  and  $nt$  to the indicated torque operation part 62, respectively while computing torque ratio [ of a torque converter ]  $t$ , and the moderating ratio  $nt$  of transmission.

[0036]Hereafter, torque ratio [ of a torque converter ]  $t$  and the calculation procedure of the moderating ratio  $nt$  of transmission are explained.

[Calculation of torque ratio  $t$ ] The model constant set part 61 computes the velocity ratio ( $\theta_1 / \theta_e$ ) of the revolving speed  $\theta_1$  of the 1st construct M1 obtained from the equation of motion based on the above-mentioned dynamic characteristic model with a predetermined operation cycle, and revolving speed  $\theta_e$  of the engine 10 detected by the rotational speed sensor 42. The function data which defines the relation between this velocity ratio ( $\theta_1 / \theta_e$ ) and torque ratio  $t$  as the memory of the model constant set part 61 is memorized, The model constant set part 61 computes torque ratio  $t$  ( $=t(\theta_1 / \theta_e)$ ) corresponding to a velocity ratio ( $\theta_1 / \theta_e$ ) with reference to this function data. And the model constant set part 61 is outputted to the indicated torque operation part 62, in order to set up torque ratio  $t$  computed by having done in this way as torque ratio  $t$  in a next operation cycle.

[0037][Calculation of the moderating ratio  $nt$ ] The calculation procedure of the moderating ratio  $nt$  of transmission is explained below with reference to the flow chart shown in drawing 5. The model constant set part 61 has updated the moderating ratio  $nt$  the predetermined operation cycle by carrying out repeat execution of these each processing while computing the moderating ratio  $nt$  according to each processing shown in this flow chart.

[0038]First, throttle opening TA from which the model constant set part 61 is detected by the throttle sensor 44 in Step 100 shown in drawing 5, Based on vehicle speed SPD computed by the speed operation part 63, shift position G (1st, 2nd, 3rd, 4th) of transmission is computed. In the memory (graphic display abbreviation) of the model constant set part 61. The function data which defines the relation between vehicle speed SPD and throttle opening TA as shown in drawing 4, and shift position G is memorized, respectively about each [ at the time of a shift up and a down shift ] case, and the model constant set part 61 determines the shift position G with reference to this function data.

[0039] And the model constant set part 61 reads the moderating ratio  $n_t$  corresponding to each shift position  $G$  memorized by the memory from the memory. The model constant set part 61 once sets up the moderating ratio  $n_t$  which did in this way and was read as the moderating ratio  $n_t$  in a next operation cycle.

[0040] Next, in Step 102, it is judged whether the model constant set part 61 was in the operational status which should change shift position  $G$  of transmission if the moderating ratio  $n_t$  set up at Step 100 puts whether it was changed from the value in the last operation cycle in another way. When it is judged that the moderating ratio  $n_t$  is not changed in this step 102, the model constant set part 61 performs processing after Step 108.

[0041] On the other hand, when it is judged that the moderating ratio  $n_t$  was changed in Step 102, the model constant set part 61 outputs the speed change command  $S$  to the indicated torque operation part 62 in Step 104. And in continuing Step 106, the model constant set part 61 sets up the moderating ratio  $[n_t / \text{for the moderating ratio } n_t \text{ in the last operation cycle} / \text{the old moderating ratio } n_{told} \text{ and this operation cycle}] n_t$  as the new moderating ratio  $n_{tnew}$ , respectively.

[0042] Next, in Step 108, the model constant set part 61 judges whether the predetermined time  $TS_{INT}$  passed, after the moderating ratio  $n_t$  will be changed, if it put in another way after the speed change command  $S$  was outputted. This predetermined time  $TS_{INT}$  is time assumed that an action with transitional transmission is shown with change of the moderating ratio  $n_t$ , and is time set up based on an experiment etc. corresponding to each transmission.

[0043] In this step 108, after the speed change command  $S$  is outputted, when it is judged that the predetermined time  $TS_{INT}$  has not passed, the model constant set part 61 computes the transient moderating ratio  $n_{ttrans}$  in Step 110. It is for this transient moderating ratio  $n_{ttrans}$  introducing the transitional torque transmission characteristics of the transmission after change of the moderating ratio  $n_t$  into the process in which each above-mentioned equation of motion is solved. The model constant set part 61 computes this transient moderating ratio  $n_{ttrans}$  based on each of following formula (2) – (6).

$$n_{ttrans} = a + b - \sin(c - TS + d) \dots (2)$$

$TS$ : Lapsed time after outputting the speed change command  $S$   $a-d$ : Constant defined by following formula (3) – (6)  $a = (n_{told} + n_{tnew}) / 2 \dots (3)$

$$b = (n_{told} - n_{tnew}) / 2 \dots (4)$$

$$c = -\pi / TS_{INT} \dots (5)$$

$$D = \pi / 2 \dots (6)$$

Drawing 6 (a) and (b) shows the time of the down shift in which the time of the shift up in which the moderating ratio  $nt$  decreases the change mode of the transient moderating ratio  $nt_{trans}$ , and the moderating ratio  $nt$  increase, respectively. As shown in these each figure, the transient moderating ratio  $nt_{trans}$  is changing from the old moderating ratio  $nt_{old}$  to the new moderating ratio  $nt_{new}$  gradually with increase of above-mentioned lapsed time  $TS$ . Even if it is which [ at the time of a shift up and a down shift ] case so that clearly from an upper type (2) besides these each figure, As for the transient moderating ratio  $nt_{trans}$ , the rate of change (inclination of the graph in the figure (a) and (b)) changes gradually with increase of lapsed time  $TS$ .

[0044]After computing the transient moderating ratio  $nt_{trans}$  as mentioned above, in Step 112, the model constant set part 61 resets this transient moderating ratio  $nt_{trans}$  as the moderating ratio  $nt$ .

[0045]On the other hand, when it is judged that the predetermined time  $TS_{INT}$  has passed in Step 108 mentioned above after the speed change command  $S$  is outputted, That is, when transmission is judged to be in a stationary state, the model constant set part 61 skips processing of each above-mentioned step 110,112. That is, the re set of the moderating ratio  $nt$  is not performed in this case.

[0046]Thus, the moderating ratio  $nt$  after the speed change command  $S$  is outputted until the predetermined time  $TS_{INT}$  passes, It will be set to the transient moderating ratio  $nt_{trans}$ , i.e., the value corresponding to the transitional state of transmission, and after the progress during [  $TS_{INT}$  ] said place scheduled time will be set to the value based on throttle opening  $TA$  and vehicle speed  $SPD$ , i.e., the value corresponding to the stationary state of transmission.

[0047]When an affirmation decision is carried out in the above-mentioned step 108, or after performing processing of Step 112, the model constant set part 61 shifts to Step 114, and outputs processing to the indicated torque operation part 62 as a value [ in / for the moderating ratio  $nt$  / a next operation cycle ]. After performing processing of this step 114, the model constant set part 61 once ends this manipulation routine.

[0048]Next, the calculation procedure of indicated torque  $TTRG$  by the indicated torque operation part 62 is explained. The indicated torque operation part 62 by the model constant set part 61. Revolving speed  $\theta$ 'e inputted from the model constant ( $Je$ ,  $J1$ – $J3$ ,  $K1$ ,  $K2$ ,  $C1$ ,  $C2$ ,  $nd$ ,  $t$ ,  $nt$ ) and the rotational speed sensor 42 which are set up While substituting for the engine and each equation of motion about each constructs  $M1$ – $M3$  which were mentioned above, By solving these equations of motion a predetermined operation cycle, indicated torque  $TTRG$  according to the run state of the modeled vehicles is computed.

[0049] Here the indicated torque operation part 62 by amending this transmitting torque TX based on transient torque ratio  $k$  mentioned above, after computing the torque (henceforth "the transmitting torque TX") transmitted to the 2nd construct M2 from the 1st construct M1, He is trying to make the transitional torque transmission characteristics of the transmission in the shifting time reflect in calculation of indicated torque TTRG. Hereafter, the amendment procedure of such transmitting torque TX is explained with reference to the flow chart shown in drawing 7. He is trying for the indicated torque operation part 62 to amend the transmitting torque TX a predetermined operation cycle by carrying out repeat execution of each processing shown in this flow chart.

[0050] First, in Step 200, the indicated torque operation part 62 will judge whether this operation cycle is a shift start stage of transmission, if it puts whether the speed change command S was inputted from the model constant set part 61 in another way. When this operation cycle is judged to be a shift start stage of transmission here, in Step 202, the indicated torque operation part 62 shifts processing to Step 204, after setting up the present transmitting torque TX as transmitting torque TXINI at the time of a shift start.

[0051] On the other hand, in Step 200, when this operation cycle is judged not to be a shift start stage of transmission, the indicated torque operation part 62 skips Step 202, and shifts processing to Step 204.

[0052] After the speed change command S is inputted into the indicated torque operation part 62 in Step 204, it is judged whether the relation between whether the predetermined time TSINT passed and ( $TS > TSINT$ ) is filled. When it is judged that the predetermined time TSINT passed here, the indicated torque operation part 62 once ends this manipulation routine as what is in the state with the steady torque transmission characteristics of transmission. That is, in this case, time has fully passed since the shift start of transmission, and since it is not necessary to take into consideration the transitional torque transmission characteristics of transmission when computing indicated torque TTRG, amendment of the transmitting torque TX is not performed.

[0053] On the other hand, in Step 204, after the speed change command S is inputted, when the predetermined time TSINT is judged to yet have not passed, the indicated torque operation part 62 carries out sequential execution of the processing after Step 206 that the above-mentioned transmitting torque TX should be amended.

[0054] First, in Step 206, the indicated torque operation part 62 judges whether the shift operation of this transmission is a shift up. When an affirmative judgment is

carried out here, in Step 210, the indicated torque operation part 62 sets up transient torque ratio  $k$  based on shift position  $G$  after lapsed time  $TS$  from a shift start, and gear change.

[0055]The function data which shows lapsed time  $TS$  at the time of a shift up as shown in drawing 8, and the relation between shift position  $G$  after gear change and transient torque ratio  $k$  to the memory (graphic display abbreviation) of the indicated torque operation part 62 is memorized, When the indicated torque operation part 62 sets up the transient torque ratio  $k$ , refer to this function data for it.

[0056]For example, when shift position  $G$  is "2nd." Transient torque ratio  $k$  changes along the solid line shown in the figure with increase of lapsed time  $TS$ , and when shift position  $G$  is "3rd" and "4th", transient torque ratio  $k$  will change along the dashed dotted line and two-dot chain line which are shown in the figure with increase of lapsed time  $TS$ , respectively. Incidentally, such function data is called for based on an experiment etc. corresponding to each transmission.

[0057]Next, in Step 212, the indicated torque operation part 62 compares the multiplication value ( $k-TXINI$ ) and the transmitting torque  $TX$  of transmitting torque  $TXINI$  at the time of transient torque ratio  $k$  and a shift start. When it is judged that the transmitting torque  $TX$  is below the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) here, the indicated torque operation part 62 once ends this manipulation routine. Therefore, amendment of the transmitting torque  $TX$  is not performed in this case.

[0058]On the other hand, when it is judged that the transmitting torque  $TX$  is larger than the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) in Step 212, in Step 214, the indicated torque operation part 62 sets up the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) as the new transmitting torque  $TX$ . That is, by performing each processing of Step 212 and Step 214, the transmitting torque  $TX$  will be amended so that below the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) may become (restriction).

[0059]On the other hand, in the above-mentioned step 206, when the shift operation of this transmission is judged to be a down shift, the indicated torque operation part 62 shifts processing to Step 220. And in Step 220, the indicated torque operation part 62 sets up transient torque ratio  $k$  based on shift position  $G$  after lapsed time  $TS$  from a shift start, and gear change.

[0060]The function data which shows lapsed time  $TS$  at the time of a down shift as shown in drawing 9, and the relation between shift position  $G$  after gear change and transient torque ratio  $k$  to the memory (graphic display abbreviation) of the indicated torque operation part 62 is memorized, When the indicated torque operation part 62

sets up the transient torque ratio  $k$ , refer to this function data for it.

[0061] For example, when shift position  $G$  is "1st." Transient torque ratio  $k$  changes along the solid line shown in the figure with increase of lapsed time  $TS$ , and when shift position  $G$  is "2nd" and "3rd", transient torque ratio  $k$  will change along the dashed dotted line and two-dot chain line which are shown in the figure with increase of lapsed time  $TS$ , respectively. Such function data is called for like the function data shown in drawing 8 based on the experiment etc. corresponding to each transmission.

[0062] Next, in Step 222, the indicated torque operation part 62 compares the multiplication value ( $k-TXINI$ ) and the transmitting torque  $TX$  of transmitting torque  $TXINI$  at the time of transient torque ratio  $k$  and a shift start. When it is judged that the transmitting torque  $TX$  is beyond the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) here, the indicated torque operation part 62 once ends this manipulation routine. Therefore, amendment of the transmitting torque  $TX$  is not performed in this case.

[0063] On the other hand, in Step 222, when it is judged that the transmitting torque  $TX$  is smaller than the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ), in Step 224, the indicated torque operation part 62 sets up the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) as the new transmitting torque  $TX$ . That is, by performing processing of Step 222 and Step 224, the transmitting torque  $TX$  will be amended so that it may become beyond the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) (restriction).

[0064] After performing each processing of the above-mentioned step 214, 224, the indicated torque operation part 62 once ends processing of this routine. Drawing 10 is a timing chart which shows an example of the moderating ratio  $nt$  at the time of a shift up, transient torque ratio  $k$  and change of the transmitting torque  $TX$ , the moderating ratio [ drawing 11 ]  $nt$  at the time of a down shift, transient torque ratio  $k$ , and the change mode of the transmitting torque  $TX$ , respectively.

[0065] As shown in these drawing 10 and drawing 11, in this embodiment, it is gradually changed even into the value after gear change from the value before changing gears the moderating ratio  $nt$  in a transient response period (drawing 10, period of the timing  $t1-t6$  of 11) until the predetermined time  $TSINT$  passes since the shift start of transmission. Therefore, after taking into consideration the transitional change in the moderating ratio  $nt$  of transmission, the load torque which should be given to the engine 10, i.e., indicated torque  $TTRG$ , can be computed.

[0066]— As a result, according to this embodiment, it differs from the test equipment which computed indicated torque  $TTRG$  by changing the moderating ratio  $nt$  of transmission into the value after gear change in an instant from the value before

changing gears, The transitional action concerning the shift operation of transmission can be made to reflect in a test result simple, and the test result adapted to the transitional run state of the vehicles with which such shift operation is performed frequently can be obtained now.

[0067]As shown in an upper type (2), he is trying to change gradually the rate of change of the moderating ratio  $n_t$  in the transient response period of transmission by computing the moderating ratio  $n_t$  based on the sine function which makes above-mentioned lapsed time  $TS$  a variable, if it is in this embodiment especially.

[0068]- Therefore, according to this embodiment, it can inhibit now certainly that the excessive load torque which can make change of the moderating ratio  $n_t$  smoother, for example, must have been generated in a real working state acts from the dynamometer 20 to the engine 10.

[0069]By the way, in actual transmission, it is known that the output torque outputted from the output shaft generally shows the following change modes in the transient response period of the transmission.

[0070]That is, if it is at the time of a shift up, as shown in drawing 12, once output torque goes up from the time of a shift start (timing  $t_1$ ) (timing  $t_2$ ), it decreases even to a value smaller than the value before gear change (timing  $t_3$ ). And after output torque goes up again greatly (timing  $t_4$ ), it decreases gradually and is converged on the value after gear change (timing  $t_5$ ).

[0071]On the other hand, if it is at the time of a down shift, as shown in drawing 13, output torque once goes up even to a bigger value than the value after gear change, after decreasing greatly from the time of a shift start (timing  $t_1$ ) (timing  $t_2$ ) (timing  $t_3$ ). And after output torque decreases even to a value again smaller than the value after gear change (timing  $t_4$ ), it goes up gradually and is converged on the value after gear change (timing  $t_5$ ).

[0072]Especially the change mode of the output torque in the period of the timing  $t_1$ - $t_3$  at the time of a shift up here A "torque phase", Change of the output torque of such transmission with which the change mode in the period of the timing  $t_3$ - $t_5$  at the time of a shift up is generally called the "inertia phase", It is a transitional change of the torque transmission characteristics generated with engagement and its release of the gear and clutch which are built in transmission, When the transitional action of the transmission in the shifting time has been grasped more correctly, in order to compute indicated torque  $TTRG$ , also in the change mode of the transmitting torque  $TX$  on a model, it is desirable to reproduce such a transitional change.

[0073]In this point and this embodiment, a multiplication value ( $k-TXINI$ ) with



transmitting torque  $TXINI$  is set to transient torque ratio  $k$  as upper limit about the above-mentioned transmitting torque  $TX$  at the time of a shift start at the time of a shift up, He is trying to amend the transmitting torque  $TX$  below to this upper limit until the predetermined time  $TSINT$  passes since the shift start time.

[0074]At the time of a down shift, the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) is set up as a lower limit about the transmitting torque  $TX$ , and he is trying to restrict the transmitting torque  $TX$  more than this lower limit until the predetermined time  $TSINT$  passes since the shift start time.

[0075]It differs from the case (a two-dot chain line shows the change mode of the transmitting torque  $TX$  in this case to drawing 10 and 11) where such transmitting torque  $TX$  is not amended, temporarily, It comes to be restricted so that the transmitting torque  $TX$  may become equal to the above-mentioned multiplication value ( $k-TXINI$ ) in drawing 10, and the period of the timing  $t2-t3$  and the period of the timing  $t4-t5$  which are shown in 11.

[0076]- Therefore, according to this embodiment, a transitional change which includes such a "torque phase" and "inertia phase" in the change mode of the transmitting torque  $TX$  is reproducible in simple, The transitional torque transmission characteristics of transmission can be made to reflect in calculation of indicated torque  $TTRG$  in simple now. As a result, the test result which reproduced correctly the transitional run state of the vehicles with which shift operation of transmission is performed frequently can be obtained now.

[0077]He is trying to set up especially transient torque ratio  $k$  which is needed when setting up the upper limit or lower limit of the transmitting torque  $TX$  by this embodiment based on lapsed time  $TS$  from a shift start, and shift position  $G$ .

[0078]- Therefore, since according to this embodiment it can be based on the characteristic of actual transmission, it can depend for the transitional change mode of the transmitting torque  $TX$  and it can reappear now in an exact form, The transitional torque transmission characteristics of the transmission can be made to reflect still more correctly to calculation of indicated torque  $TTRG$  now.

[0079]When setting up the upper and lower limit value of the transmitting torque  $TX$ , he is trying to set up these upper and lower limit value in this embodiment using the ratio (transient torque ratio  $k$ ) to the size of this transmitting torque  $TX$  on the basis of the size of the transmitting torque  $TX$  at the time of a shift start.

[0080]- According to [ follow and ] this embodiment, it is revolving speed  $\theta'e$  of the engine 10 about these upper and lower limit value. It differs from the case where it is made to set up using the function data about the revolving speed  $\theta'1$  of the 1st

construct M1, The data volume memorized by the memory of the model constant set part 61 can be decreased, and saving of the storage capacity of the memory can be aimed at.

[0081] This embodiment described above can also change and carry out composition as follows.

– Although vehicles are classified into two or more constructs M1–M3 and were modeled in the above-mentioned embodiment, the method of this classification and its number can be set up similarly to the above-mentioned embodiment, and arbitrarily.

[0082]– Although the moderating ratio  $\alpha$  was set up in the above-mentioned embodiment based on the sine function which makes lapsed time  $TS$  a variable, if the rate of change of the moderating ratio  $\alpha$  can be gradually changed in the transient response time of the above-mentioned transmission, it will not be limited to such a sine function. It may be made to change this moderating ratio  $\alpha$  from a shift start-like proportionally according to increase of lapsed time  $TS$ .

[0083]– Although the function data which defines the relation between lapsed time  $TS$  and transient torque ratio  $k$  was prepared for each shift position  $G$  of every in the above-mentioned embodiment, About this shift position  $G$ , the transitional torque variation which includes the above “torque phase” and an “inertia phase” in a simple form using common transient torque ratio  $k$  is reproduced, and it may be made to aim at saving of the storage capacity of a memory, and mitigation of arithmetic load.

[0084]– According to the above-mentioned embodiment, although it was made to change the upper limit or lower limit of the transmitting torque  $TX$  based on lapsed time  $TS$  and shift position  $G$ , these upper and lower limit value can also be set up as constant value.

[0085]– According to the above-mentioned embodiment, although this invention was materialized as test equipment of a gasoline engine, shape can also be taken as test equipment of the electric motor of an AC motor, a direct-current motor, etc., for example as test equipment of a diesel power plant.

[0086]

[Effect of the Invention] According to the invention indicated to claims 1 thru/or 6, after taking into consideration a transitional change of the moderating ratio in the shifting time of an automatic transmission, the load torque which should be given to a motor can be computed. Therefore, the transitional action concerning the shift operation of an automatic transmission can be made to reflect in a test result simple, and the test result adapted to the transitional run state of the vehicles with which the shift operation is performed frequently can be obtained now.

[0087]According to the invention indicated to claims 4 thru/or 6, the transitional torque transmission characteristics in an automatic transmission can be made to reflect in calculation of load torque in simple. As a result, the test result which reproduced still more correctly the transitional run state of the vehicles with which shift operation of an automatic transmission is performed frequently can be obtained now.

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-105172  
(P2000-105172A)

(43)公開日 平成12年4月11日(2000.4.11)

(51) Int.Cl.  
G 0 1 M 15/00

**識別記号**

FI  
G O 1 M 15/00

テーマト\* (参考)  
2G087

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-277777

(22)出願日 平成10年9月30日(1998.9.30)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71)出願人 000145806

株式会社小野測器  
神奈川県横浜市緑区白山一丁目16番1号

(72)発明者 城田 幸司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

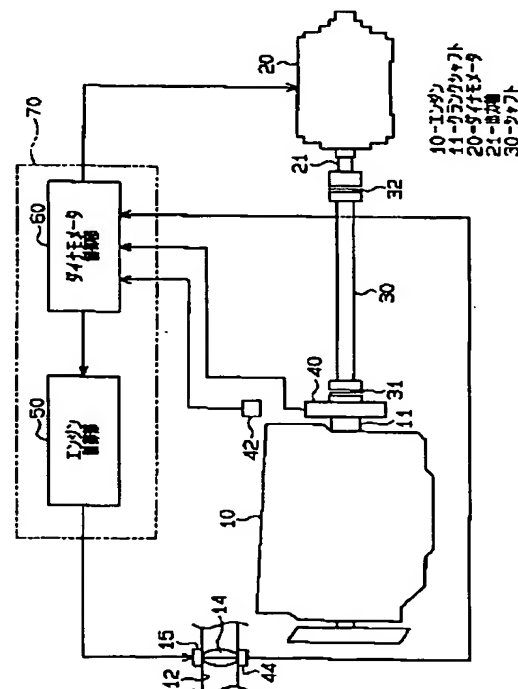
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 原動機の試験装置

(57) 【要約】

【課題】自動変速機の変速動作が頻繁に行われる車両の過渡的な走行状態に即した試験結果を得ることのできる原動機の試験装置を提供する。

【解決手段】 ダイナモメータ制御部60は車両の駆動系をトランスミッションの入力軸側に駆動連結される構成体と出力軸側に駆動連結される構成体とに分割し、これら各構成体の等価慣性及び等価ダンピング定数及び等価バネ定数、並びにトランスミッションの減速比をモデル定数として導入した動特性モデルに基づいて負荷トルクを算出する。ダイナモメータ制御部60はこの負荷トルクがダイナモメータ20からエンジン10のクランクシャフト11に付与されるように、同ダイナモメータ20を制御する。ダイナモメータ制御部60はトランスミッションの変速時に負荷トルクを演算する際に減速比を変速開始時からの経過時間を変数とする正弦関数に基づき算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両駆動系の一部を構成する自動変速機に連結される車両用原動機の駆動軸に対し負荷トルクを付与する負荷トルク付与手段と、前記車両駆動系を少なくとも、前記自動変速機の入力軸側に駆動連結される構成体と同自動変速機の出力軸側に駆動連結される構成体とに分割し、各構成体の等価慣性及び等価ダンピング定数及び等価バネ定数並びに前記自動変速機の減速比をモデル定数として導入した動特性モデルに基づいて前記駆動軸に付与する負荷トルクを演算する演算手段とを備え、前記演算される負荷トルクを前記負荷トルク付与手段から前記駆動軸に付与することにより前記原動機を前記車両に搭載することなく擬似的に前記車両に搭載された状態にして試験を行う原動機の試験装置であって、前記演算手段は前記減速比の切換時における前記負荷トルクを演算する際に前記減速比を切換前の値から切換後の値へと予め設定された所定時間を要して徐変操作するものであることを特徴とする原動機の試験装置。

【請求項2】 請求項1に記載した原動機の試験装置において、前記演算手段は前記減速比の変化率が徐々に変化するよう同減速比を徐変操作するものであることを特徴とする原動機の試験装置。

【請求項3】 請求項2に記載した原動機の試験装置において、前記演算手段は前記減速比の変化態様を同減速比の切換開始時からの経過時間を変数とする正弦関数に基づいて設定するものであることを特徴とする原動機の試験装置。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載した原動機の試験装置において、前記演算手段は前記減速比を減少させるシフトアップ時に前記入力軸に入力される入力トルク及び前記減速比に基づいて算出される前記出力軸の出力トルクに関する上限値を設定し、前記所定時間が経過するまで前記出力トルクを当該上限値以下に制限するものであることを特徴とする原動機の試験装置。

【請求項5】 請求項1乃至3のいずれかに記載した原動機の試験装置において、前記演算手段は前記減速比を増大させるシフトダウン時に前記入力軸に入力される入力トルク及び前記減速比に基づいて算出される前記出力軸の出力トルクに関する下限値を設定し、前記所定時間が経過するまで前記出力トルクを当該下限値以上に制限するものであることを特徴とする原動機の試験装置。

【請求項6】 請求項4又は5に記載した原動機の試験装置において、前記演算手段は前記上限値或いは前記下限値を前記減速比の切換開始時からの経過時間についての関数として設定するものであることを特徴とする原動機の試験装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、車両の駆動源として用いられるエンジンや電動モータといった原動機に対して負荷トルクを付与することにより、同原動機を擬似的に車両に搭載された状態にして試験を行うようにした原動機の試験装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】車両用エンジンの出力特性や燃費特性、或いは排出ガス特性についての各種試験は、同エンジンを実際に車両に搭載した状態で行うのが一般的である。しかしながら、このようにして得られる試験結果は、あくまでもそのエンジンと同エンジンが搭載された車両との組み合わせにのみ対応するものであり、例えば車両の重量や駆動系の仕様が変更された場合には、変更後の車両にエンジンを再度搭載し直して試験を行う必要がある。更に、こうした試験方法では、車両のためのスペースを確保する必要があり、その試験設備の大型化も避けられない。

【0003】そこで、エンジンを実際に車両に搭載するのではなく、エンジンに動力計を連結し、その動力計からエンジンに対し負荷トルクを付与することにより、同エンジンが車両に搭載された状態を擬似的に作り出すようにした試験装置が従来より提案されている。

【0004】こうした試験装置によれば、車両の仕様が変更された場合でも、動力計の負荷トルクをその仕様変更に応じて変更するだけでよく、また、車両を配置するためのスペースを確保する必要もない。従って、エンジンの各種試験を僅かなスペース内で極めて効率的に行うことができるようになり、汎用性及び経済性に優れた試験システムを構築することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の試験装置では、車両質量及び車両加速度から慣性抵抗を算出するとともに、この慣性抵抗に基づいて算出される負荷トルクをエンジンに付与するようしており、車両が一定の加速度で走行する定常的な走行状態にあるときのエンジン特性に関しては、比較的信頼性の高い試験結果を得ることができるものとなっている。

【0006】しかしながら、実際に走行している車両では、上記のように定常的な走行状態となる時間は比較的短く、その走行状態の大部分は運転者の加減速要求に応じて車両加速度が頻繁に変化する過渡的な走行状態となっている。このように車両が過渡的な走行状態になると、エンジンの負荷トルクが変動し、その変動によってトランスミッションやドライブシャフトといった車両の駆動系に振り振動が発生するようになるため、負荷トルクの大きさは駆動系の振動状態によって異なるようになる。

【0007】そこで、車両に関して更に精密な動特性モ

デルを構築し、その動特性モデルに基づいて負荷トルクを算出するといった手法が考えられる。即ち、車両慣性等に加えて車両の等価ダンピング定数や等価バネ定数をモデル定数として導入した動特性モデルに基づいて負荷トルクを算出するようにすれば、こうした車両の過渡的な状態をも反映した負荷トルクをエンジンに対して付与することができるようになる。

【0008】ところで、自動変速機を搭載する車両を想定した試験では、同自動変速機の減速比を上記のような動特性モデルのモデル定数の一つとして導入するとともに、この動特性モデルに基づき求められた仮想的な車速等に応じて自動変速機の変速時期を設定し、この変速時期には自動変速機の減速比を切り換えて負荷トルクを算出する必要がある。

【0009】しかしながら、こうした試験において、変速時期に減速比を変速前の値から変速後の値へと瞬時に切り換えるようにすると、その切り換え時において実際にはエンジンに作用し得ない負荷トルクが算出され、同エンジンに付与されてしまうおそれがある。即ち、実際の車両においては自動変速機に対して変速指令が入力されたとしても、その変速指令の入力と同時に減速比が切り替わることはなく、自動変速機の応答遅れに起因して減速比の切り換えが遅れるためである。従って、こうした変速時期における自動変速機の過渡的な挙動を考慮したうえで負荷トルクを算出するようにしなければ、自動変速機の変速動作が頻繁に行われる車両の過渡的な走行状態に即した試験結果を得ることができなくなる。

【0010】また、こうした自動変速機の過渡的な挙動を負荷トルクの算出に反映させるために、例えば自動変速機における機械系及び油圧系を精密にモデル化したうえで車両の動特性モデルを構築することも考えられる。ところが、このように自動変速機を精密にモデル化しようとする、モデルの複雑化に伴って多大な時間をモデル化に際して要するようになり、またモデルが複雑になるほど汎用性が失われて自動変速機の機種変更にも柔軟に対応することが困難になる。

【0011】本発明はこうした従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、自動変速機の変速動作に係る過渡的な挙動を試験結果に簡便に反映させて、同変速動作が頻繁に行われる車両の過渡的な走行状態に即した試験結果を得ることのできる原動機の試験装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載した発明は、車両駆動系の一部を構成する自動変速機に連結される車両用原動機の駆動軸に対し負荷トルクを付与する負荷トルク付与手段と、車両駆動系を少なくとも、自動変速機の入力軸側に駆動連結される構成体と同自動変速機の出力軸側に駆動連結される構成体とに分割し、各構成体の等価慣性及び等価ダン

ピング定数及び等価バネ定数並びに自動変速機の減速比をモデル定数として導入した動特性モデルに基づいて駆動軸に付与する負荷トルクを演算する演算手段とを備え、演算される負荷トルクを負荷トルク付与手段から駆動軸に付与することにより原動機を車両に搭載することなく擬似的に車両に搭載された状態にして試験を行う原動機の試験装置であって、演算手段は減速比の切換時における負荷トルクを演算する際に減速比を切換前の値から切換後の値へと予め設定された所定時間を要して徐変操作するものであるとしている。

【0013】こうした構成によれば、自動変速機の変速時期における減速比の過渡的な変化を考慮したうえで原動機に付与すべき負荷トルクを算出することができるようになる。

【0014】また、請求項2に記載した発明のように、このように減速比を徐変操作するうえで、

- ・演算手段は減速比の変化率が徐々に変化するように同減速比を徐変操作するものである、或いは請求項3に記載した発明のように、上記構成に加えて、

- ・演算手段は減速比の変化態様を同減速比の切換開始時からの経過時間を変数とする正弦関数に基づいて設定するものである、

といった構成を採用するようにすれば、減速比の変化をより滑らかなものとしてでき、例えば実稼動状態では発生し得ない過大な負荷トルクが原動機に対して作用するのを抑制することができるようになる。

【0015】請求項4に記載した発明では、請求項1乃至3のいずれかに記載した原動機の試験装置において、演算手段は減速比を減少させるシフトアップ時に入力軸に入力される入力トルク及び減速比に基づいて算出される出力軸の出力トルクに関する上限値を設定し、所定時間が経過するまで出力トルクを当該上限値以下に制限するものであるとしている。

【0016】また、請求項5に記載した発明では、請求項1乃至3のいずれかに記載した原動機の試験装置において、演算手段は減速比を増大させるシフトダウン時に入力軸に入力される入力トルク及び減速比に基づいて算出される出力軸の出力トルクに関する下限値を設定し、所定時間が経過するまで出力トルクを当該下限値以上に制限するものであるとしている。

【0017】請求項4又は請求項5に記載した発明によれば、自動変速機における過渡的なトルク伝達特性を負荷トルクの算出に簡易的に反映させることができる。請求項6に記載した発明では、請求項4又は5に記載した原動機の試験装置において、演算手段は上限値或いは下限値を減速比の切換開始時からの経過時間についての関数として設定するものとしている。

【0018】こうした構成によれば、モデル上における自動変速機における過渡的なトルク伝達特性を実際の自動変速機の特性に即した正確な形で再現することができ

10

20

30

40

50

るようになり、自動変速機の過渡的なトルク伝達特性を  
負荷トルクの算出により正確に反映させることができる  
ようになる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明を自動変速機（ト  
ランスミッション）を備えた車両に搭載されるガソリンエ  
ンジンの試験装置に適用するようにした一実施形態につ  
いて図1～13を参照して説明する。

【0020】図1は本実施形態における試験装置を示す  
概略構成図である。この試験装置は車両用ガソリンエ  
ンジン（以下、単に「エンジン」という）10に対してダイ  
ナモメータ20に発生するトルクをシャフト30を介  
して伝達することにより、同エンジン10を擬似的に車  
両に搭載した負荷状態にして各種試験を行うものであ  
る。

【0021】エンジン10及びダイナモメータ20は、  
クランクシャフト11と入力軸21とが同軸上に位置す  
るように隣接してベンチ（図示略）上にそれぞれ固定さ  
れている。これらクランクシャフト11及び入力軸21  
の端部はそれぞれカップリング31、32を介してそれ  
ぞれシャフト30の端部に連結されている。

【0022】試験装置はエンジン10の出力を制御する  
ためのエンジン制御部50と、ダイナモメータ20に発  
生させるトルクを制御するためのダイナモメータ制御部  
60とを有した制御装置70を備えている。

【0023】エンジン制御部50はダイナモメータ制御  
部60において算出される車両の仮想的な速度（車速S  
PD）が予め定められた所定の車速パターンに従って変  
化するように同エンジン10の出力を調節する。こうし  
た出力の調節はエンジン10の吸気通路12に設けられ  
たスロットルバルブ14の開度（スロットル開度TA）  
をスロットルモータ15によって調節することにより行  
われる。

【0024】即ち、エンジン制御部50は車速SPDが  
所定の目標車速よりも低い場合にはスロットル開度TA  
を増大させてエンジン10の燃焼室（図示略）に供給さ  
れる吸入空気量を増大させ、逆に車速SPDが所定の  
目標車速よりも高い場合にはスロットル開度TAの開度  
を減少させて吸入空気量を減少させる。

【0025】ダイナモメータ制御部60にはエンジン1  
0の運転状態を検出する各種センサから検出信号が入力  
される。クランクシャフト11にはダイナモメータ20  
からエンジン10に実際に伝達されているトルク（実ト  
ルクTACT）を検出するトルクセンサ40が設けられ  
ている。クランクシャフト11の近傍には同クランクシ  
ャフト11の回転速度、即ちエンジン10の回転速度  
 $\theta'e$ を検出する回転速度センサ42が設けられてい  
る。また、スロットルバルブ14の近傍にはスロットル  
開度TAを検出するためのスロットルセンサ44が設け  
られている。

【0026】ダイナモメータ制御部60は、これら各セ  
ンサ42、44から入力される各検出信号と、エンジン  
10が搭載される車両の動特性モデルとに基づいてダイ  
ナモメータ20に発生させる負荷トルク（指示トルクT  
TRG）を算出する。そして、ダイナモメータ制御部6  
0はその算出された指示トルクTTRGとトルクセンサ  
40により検出される実トルクTACTとが一致するよ  
うにダイナモメータ20をフィードバック制御する。

【0027】図2はこの車両の動特性モデルを示す概念  
図である。同図に示すように、本実施形態では、車両  
を、トルクコンバータ及びトランスミッション（以下、  
「第1構成体M1」という）、同じくトランスミッシ  
ョン及びディファレンシャルギヤ（以下、「第2構成体M  
2」という）、ホイール、タイヤ、及びボディ（以下、  
「第3構成体M3」という）といった複数の構成体M1  
～M3に区分することにより、3自由度の振り振動系と  
してモデル化するようにしている。

【0028】ダイナモメータ制御部60はこうした動特  
性モデルに基づく連立運動方程式にエンジン10の回転  
速度 $\theta'e$ を入力し、各運動方程式を所定の演算周期で  
解くことによって指示トルクTTRGを算出する。因み  
に、こうした動特性モデルに基づく運動方程式の構築及  
びその演算処理は、例えば制御シミュレーションソフト  
を用いて容易に行うことができる。

【0029】また、同図において、「 $J_e$ 」はエンジ  
ンの等価慣性、「 $J_1$ 」～「 $J_3$ 」は上記各構成体M1～  
M3の等価慣性、「 $K_1$ 」、「 $K_2$ 」は第1構成体M1  
及び第2構成体M2の等価バネ定数、「 $C_1$ 」、「 $C_2$ 」  
は第1構成体M1及び第2構成体M2の等価ダンピ  
ング定数であり、これらは実験や設計値等に基づいて同  
定されるモデル定数である。

【0030】また、「 $t$ 」はトルクコンバータのトルク  
比、「 $n_t$ 」はトランスミッションの減速比であり、  
「 $n_d$ 」はディファレンシャルギヤの減速比であって予  
め設定された一定値である。これら各パラメータ $t$ 、 $n_t$ 、 $n_d$   
は上記動特性モデル上において順に、エンジン  
から第1構成体M1へ伝達される伝達トルク、第1構成  
体M1から第2構成体M2へ伝達される伝達トルク、及  
び第2構成体M2から第3構成体M3へ伝達される伝達  
トルクをそれぞれ設定するためのモデル定数である。

【0031】更に、「 $k$ 」は上記動特性モデル上では第  
1構成体M1から第2構成体M2へ伝達される伝達トル  
クの比（以下、トルクコンバータのトルク比 $t$ と区別す  
るために「過渡トルク比」とする）、実際の車両におい  
てはトランスミッションの入出力トルクの比に対応する  
ものであり、同トランスミッションの変速時期における  
過渡的なトルク伝達特性を評価するためのモデル定数で  
ある。

【0032】前述したトルクコンバータのトルク比 $t$ 、  
トランスミッションの減速比 $n_t$ 、及び上記トランスミ

ッションの過渡特性を評価する過渡トルク比 $k$ といったモデル定数はいずれも、指示トルク $TTRG$ を算出する演算周期毎にダイナモメータ制御部60により算出されている。以下、こうした各モデル定数の算出手順について、ダイナモメータ制御部60の詳細な構成を示す図3、並びに図4～9の関数データ、フローチャート等を併せ参照して説明する。

【0033】図3に示すように、ダイナモメータ制御部60は上記各モデル定数を設定するモデル定数設定部61、上記各運動方程式に基づき指示トルク $TTRG$ を算出する指示トルク演算部62、車速 $SPD$ を算出する車速演算部63、指示トルク $TTRG$ と実トルク $TACT$ とのトルク偏差 $u$ を算出する比較部64、及びこのトルク偏差 $u$ に基づきダイナモメータ20の駆動電流をフィードバック制御する駆動部65等を備えて構成されている。

【0034】車速演算部63は指示トルク演算部62により算出される第3構成体 $M3$ の回転速度 $\theta'3$ 、即ちタイヤの回転速度と次式(1)とに基づいて車速 $SPD$ を算出する。

$$SPD = k1 \cdot r \cdot \theta'3 \quad \dots (1)$$

$k1$ : 定数

$r$ : タイヤの半径

車速演算部63はこうして算出された車速 $SPD$ の大きさに応じた信号をモデル定数設定部61及び指示トルク演算部62にそれぞれ出力する。

【0035】モデル定数設定部61は上記各モデル定数( $Je$ ,  $J1 \sim J3$ ,  $K1$ ,  $K2$ ,  $C1$ ,  $C2$ ,  $nd$ )が記憶されたメモリ(図示略)を備えており、これら各モデル定数を指示トルク演算部62に出力する。更に、モデル定数設定部61はトルクコンバータのトルク比 $t$ 、トランスミッションの減速比 $nt$ を算出するとともに、算出された各モデル定数 $t$ ,  $nt$ をそれぞれ指示トルク演算部62に出力する。

【0036】以下、トルクコンバータのトルク比 $t$ 及びトランスミッションの減速比 $nt$ の算出手順について説明する。

【トルク比 $t$ の算出】モデル定数設定部61は所定の演算周期で上記動特性モデルに基づく運動方程式から得られる第1構成体 $M1$ の回転速度 $\theta'1$ と回転速度センサ42により検出されるエンジン10の回転速度 $\theta'e$ との速度比( $\theta'1 / \theta'e$ )を算出する。モデル定数設定部61のメモリには、この速度比( $\theta'1 / \theta'e$ )とトルク比 $t$ との関係を定義する関数データが記憶されており、モデル定数設定部61はこの関数データを参照して速度比( $\theta'1 / \theta'e$ )に対応したトルク比 $t$ ( $= t(\theta'1 / \theta'e)$ )を算出する。そして、モデル定数設定部61は、このようにして算出されたトルク比 $t$ を次の演算周期におけるトルク比 $t$ として設定するために指示トルク演算部62に出力する。

【0037】[減速比 $nt$ の算出]次にトランスミッションの減速比 $nt$ の算出手順について図5に示すフローチャートを参照して説明する。モデル定数設定部61はこのフローチャートに示す各処理に従って減速比 $nt$ を算出するとともに、これら各処理を繰り返し実行することにより同減速比 $nt$ を所定の演算周期で更新している。

【0038】まず、図5に示すステップ100において、モデル定数設定部61はスロットルセンサ44により検出されるスロットル開度 $TA$ と、車速演算部63により算出された車速 $SPD$ とに基づいてトランスミッションのシフト位置 $G$ ( $1st$ ,  $2nd$ ,  $3rd$ ,  $4th$ )を算出する。モデル定数設定部61のメモリ(図示略)には、図4に示すような車速 $SPD$ 及びスロットル開度 $TA$ とシフト位置 $G$ との関係を定義する関数データがシフトアップ時及びシフトダウン時の各場合についてそれぞれ記憶されており、モデル定数設定部61はこの関数データを参照して同シフト位置 $G$ を決定する。

【0039】そして、モデル定数設定部61はメモリに記憶されている各シフト位置 $G$ に対応した減速比 $nt$ を同メモリから読み込む。更に、モデル定数設定部61は、このようにして読み込まれた減速比 $nt$ を次の演算周期における減速比 $nt$ として一旦設定する。

【0040】次に、ステップ102において、モデル定数設定部61はステップ100で設定された減速比 $nt$ が前回の演算周期における値から変更されたか否か、換言すればトランスミッションのシフト位置 $G$ を変更すべき運転状態となったか否かを判断する。このステップ102において減速比 $nt$ が変更されていないと判断された場合、モデル定数設定部61はステップ108以降の処理を実行する。

【0041】一方、ステップ102において減速比 $nt$ が変更されたと判断された場合、モデル定数設定部61はステップ104において指示トルク演算部62に対し変速指令 $S$ を出力する。そして、続くステップ106において、モデル定数設定部61は前回の演算周期における減速比 $nt$ を旧減速比 $ntold$ 、今回の演算周期における減速比 $nt$ を新減速比 $ntnew$ としてそれぞれ設定する。

【0042】次に、ステップ108において、モデル定数設定部61は変速指令 $S$ が出力された後、換言すれば減速比 $nt$ が変更された後、所定時間 $TSINT$ が経過したか否かを判断する。この所定時間 $TSINT$ は減速比 $nt$ の変更に伴ってトランスミッションが過渡的な挙動を示すと想定される時間であり、個々のトランスミッションに対応して実験等に基づき設定される時間である。

【0043】このステップ108において、変速指令 $S$ が出力されてから所定時間 $TSINT$ が経過していないと判断された場合、モデル定数設定部61はステップ1



10において過渡減速比 $nttrans$ を算出する。この過渡減速比 $nttrans$ は減速比 $nt$ の変更後におけるトランスミッションの過渡的なトルク伝達特性を上\*

$$nttrans = a + b \cdot \sin(c \cdot TS + d) \quad \dots (2)$$

TS: 変速指令Sを出力した後の経過時間

a~d: 次式(3)~(6)により定義される定数

$$a = (ntold + ntnew) / 2 \quad \dots (3)$$

$$b = (ntold - ntnew) / 2 \quad \dots (4)$$

$$c = -\pi / TSINT \quad \dots (5)$$

$$d = \pi / 2 \quad \dots (6)$$

図6(a), (b)は過渡減速比 $nttrans$ の変化態様を減速比 $nt$ が減少するシフトアップ時及び同減速比 $nt$ が増大するシフトダウン時についてそれぞれ示している。これら各図に示すように、過渡減速比 $nttrans$ は上記経過時間TSの増大に伴って旧減速比 $ntold$ から新減速比 $ntnew$ へと徐々に変化している。また、これら各図の他、上式(2)からも明らかに、シフトアップ時及びシフトダウン時のいずれの場合であっても、過渡減速比 $nttrans$ はその変化率(同図(a), (b)におけるグラフの傾き)が経過時間TSの増大に伴って徐々に変化するようになっている。

【0044】上記のようにして過渡減速比 $nttrans$ を算出した後、ステップ112において、モデル定数設定部61はこの過渡減速比 $nttrans$ を減速比 $nt$ として再設定する。

【0045】これに対して、前述したステップ108において、変速指令Sが出力されてから所定時間TSINTが経過していると判断された場合、即ちトランスミッションが定常状態にあると判断された場合、モデル定数設定部61は上記各ステップ110, 112の処理をスキップする。即ち、この場合には減速比 $nt$ の再設定は行われない。

【0046】このように減速比 $nt$ は、変速指令Sが出力されてから所定時間TSINTが経過するまでは、過渡減速比 $nttrans$ 、即ちトランスミッションの過渡的な状態に対応した値に設定され、同所定時間TSINTの経過後は、スロットル開度TA及び車速SPDに基づく値、即ちトランスミッションの定常状態に対応する値に設定されることとなる。

【0047】上記ステップ108において肯定判定された場合、或いはステップ112の処理を実行した後、モデル定数設定部61は処理をステップ114に移行して減速比 $nt$ を次の演算周期における値として指示トルク演算部62に出力する。このステップ114の処理を実行した後、モデル定数設定部61は本処理ルーチンを一旦終了する。

【0048】次に、指示トルク演算部62による指示ト

\* 記各運動方程式を解く過程に導入するためのものである。モデル定数設定部61はこの過渡減速比 $nttrans$ を次の各式(2)~(6)に基づいて算出する。

ルクTTRGの算出手順について説明する。指示トルク演算部62はモデル定数設定部61によって設定されるモデル定数(Je, J1~J3, K1, K2, C1, C2, nd, t, nt)及び回転速度センサ42から入力される回転速度 $\theta'e$ を前述したエンジン及び各構成体M1~M3についての各運動方程式に代入するとともに、これら運動方程式を所定の演算周期で解くことにより、モデル化された車両の走行状態に応じた指示トルクTTRGを算出する。

【0049】ここで、指示トルク演算部62は第1構成体M1から第2構成体M2へと伝達されるトルク(以下、「伝達トルクTX」という)を算出した後、前述した過渡トルク比kに基づいてこの伝達トルクTXを補正することにより、変速時期におけるトランスミッションの過渡的なトルク伝達特性を指示トルクTTRGの算出に反映させるようにしている。以下、こうした伝達トルクTXの補正手順について図7に示すフローチャートを参照して説明する。指示トルク演算部62はこのフローチャートに示す各処理を繰り返し実行することにより伝達トルクTXを所定の演算周期で補正するようにしている。

【0050】まず、ステップ200において、指示トルク演算部62はモデル定数設定部61から変速指令Sが入力されたか否か、換言すれば今回の演算周期がトランスミッションの変速開始時期であるか否かを判断する。ここで今回の演算周期がトランスミッションの変速開始時期であると判断された場合、ステップ202において、指示トルク演算部62は現在の伝達トルクTXを变速開始時伝達トルクTXINIとして設定した後、処理をステップ204に移行する。

【0051】一方、ステップ200において、今回の演算周期がトランスミッションの変速開始時期ではないと判断された場合、指示トルク演算部62はステップ202をスキップして処理をステップ204に移行する。

【0052】ステップ204において指示トルク演算部62は変速指令Sが入力されてから所定時間TSINTが経過したか否か、即ち(TS>TSINT)の関係が満たされているか否かを判断する。ここで所定時間TS

INTが経過したと判断された場合、指示トルク演算部62はトランスミッションのトルク伝達特性が定常的な状態になっているものとして本処理ルーチンを一旦終了する。即ち、この場合には、トランスミッションの変速開始から十分に時間が経過しており、トランスミッションの過渡的なトルク伝達特性を指示トルクTTRGを算出するうえで考慮する必要がないため、伝達トルクTXの補正は実行されない。

【0053】一方、ステップ204において、変速指令Sが入力されてから所定時間TSINTが未だ経過していないと判断された場合、指示トルク演算部62は上記伝達トルクTXを補正すべくステップ206以降の処理を順次実行する。

【0054】まず、ステップ206において、指示トルク演算部62は今回のトランスミッションの変速動作がシフトアップであるか否かを判断する。ここで肯定判断された場合、ステップ210において、指示トルク演算部62は変速開始からの経過時間TS及び変速後のシフト位置Gに基づいて過渡トルク比kを設定する。

【0055】指示トルク演算部62のメモリ（図示略）には図8に示すようなシフトアップ時における経過時間TS及び変速後のシフト位置Gと過渡トルク比kとの関係を示す関数データが記憶されており、指示トルク演算部62は同過渡トルク比kを設定する際にこの関数データを参照する。

【0056】例えば、シフト位置Gが「2nd」である場合には、過渡トルク比kは経過時間TSの増大に伴い同図に示す実線に沿って変化し、また、シフト位置Gが「3rd」、「4th」である場合には、過渡トルク比kは経過時間TSの増大に伴いそれぞれ同図に示す一点鎖線、二点鎖線に沿って変化することとなる。因みに、こうした関数データは個々のトランスミッションに対応して実験等に基づき求められる。

【0057】次に、ステップ212において、指示トルク演算部62は過渡トルク比k及び変速開始時伝達トルクTXINIの乗算値( $k \cdot TXINI$ )と伝達トルクTXとを比較する。ここで伝達トルクTXが上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )以下であると判断された場合、指示トルク演算部62は本処理ルーチンを一旦終了する。従ってこの場合には、伝達トルクTXの補正は行われな

い。

【0058】一方、ステップ212において伝達トルクTXが上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )より大きいと判断された場合、ステップ214において、指示トルク演算部62は上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )を新たな伝達トルクTXとして設定する。即ち、ステップ212及びステップ214の各処理が実行されることにより、伝達トルクTXは上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )以下となるように補正（制限）されることとなる。

【0059】これに対して、上記ステップ206におい

て、今回のトランスミッションの変速動作がシフトダウンであると判断された場合、指示トルク演算部62は処理をステップ220に移行する。そして、ステップ220において、指示トルク演算部62は変速開始からの経過時間TS及び変速後のシフト位置Gに基づいて過渡トルク比kを設定する。

【0060】指示トルク演算部62のメモリ（図示略）には図9に示すようなシフトダウン時における経過時間TS及び変速後のシフト位置Gと過渡トルク比kとの関係を示す関数データが記憶されており、指示トルク演算部62は同過渡トルク比kを設定する際にこの関数データを参照する。

【0061】例えば、シフト位置Gが「1st」である場合には、過渡トルク比kは経過時間TSの増大に伴い同図に示す実線に沿って変化し、また、シフト位置Gが「2nd」、「3rd」である場合には、過渡トルク比kは経過時間TSの増大に伴いそれぞれ同図に示す一点鎖線、二点鎖線に沿って変化することとなる。こうした関数データは図8に示す関数データと同様、個々のトランスミッションに対応して実験等に基づき求められている。

【0062】次に、ステップ222において、指示トルク演算部62は過渡トルク比k及び変速開始時伝達トルクTXINIの乗算値( $k \cdot TXINI$ )と伝達トルクTXとを比較する。ここで伝達トルクTXが上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )以上であると判断された場合、指示トルク演算部62は本処理ルーチンを一旦終了する。従ってこの場合には、伝達トルクTXの補正は行われな

い。

【0063】一方、ステップ222において、伝達トルクTXが上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )より小さいと判断された場合、ステップ224において、指示トルク演算部62は上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )を新たな伝達トルクTXとして設定する。即ち、ステップ222及びステップ224の処理が実行されることにより、伝達トルクTXは上記乗算値( $k \cdot TXINI$ )以上となるように補正（制限）されることとなる。

【0064】上記ステップ214、224の各処理を実行した後、指示トルク演算部62は本ルーチンの処理を一旦終了する。図10はシフトアップ時における減速比nt、過渡トルク比k及び伝達トルクTXの変化、図11はシフトダウン時における減速比nt、過渡トルク比k及び伝達トルクTXの変化態様の一例をそれぞれ示すタイミングチャートである。

【0065】これら図10及び図11に示すように、本実施形態においては、トランスミッションの変速開始から所定時間TSINTが経過するまでの過渡応答期間（図10、11のタイミングt1～t6の期間）において減速比ntを変速前の値から変速後の値にまで徐々に変更される。従って、トランスミッションの減速比nt

における過渡的な変化を考慮したうえでエンジン 10 に付与すべき負荷トルク、即ち指示トルク  $T_{TRG}$  を算出することができるようになる。

【0066】・その結果、本実施形態によれば、トランスミッションの減速比  $n_t$  を変速前の値から変速後の値へと瞬時に変更して指示トルク  $T_{TRG}$  を算出するようにした試験装置とは異なり、トランスミッションの変速動作に係る過渡的な挙動を試験結果に簡便に反映させることができ、こうした変速動作が頻繁に行われる車両の過渡的な走行状態に即した試験結果を得ることができるようになる。

【0067】特に、本実施形態にあつては、上式 (2) に示すように、上記経過時間  $T_S$  を変数とする正弦関数に基づいて減速比  $n_t$  を算出することにより、その減速比  $n_t$  の変化率をトランスミッションの過渡応答期間において徐々に変化させるようにしている。

【0068】・従つて、本実施形態によれば、減速比  $n_t$  の変化をより滑らかなものとすることができ、例えば実稼動状態では発生し得ない過大な負荷トルクがダイナモメータ 20 からエンジン 10 に対して作用するのを確実に抑制することができるようになる。

【0069】ところで、実際のトランスミッションにおいて、その出力軸から出力される出力トルクは同トランスミッションの過渡応答期間において一般に以下のような変化態様を示すことが知られている。

【0070】即ち、シフトアップ時にあつては、図 12 に示すように、出力トルクは変速開始時（タイミング  $t_1$ ）から一旦上昇した後（タイミング  $t_2$ ）、変速前の値よりも小さな値にまで減少する（タイミング  $t_3$ ）。そして、出力トルクは再度大きく上昇した後（タイミング  $t_4$ ）、徐々に減少して変速後の値に収束する（タイミング  $t_5$ ）。

【0071】一方、シフトダウン時にあつては、図 13 に示すように、出力トルクは変速開始時（タイミング  $t_1$ ）から大きく減少した後（タイミング  $t_2$ ）、変速後の値よりも大きな値にまで一旦上昇する（タイミング  $t_3$ ）。そして、出力トルクは再度変速後の値よりも小さな値にまで減少した後（タイミング  $t_4$ ）、徐々に上昇して変速後の値に収束する（タイミング  $t_5$ ）。

【0072】ここで、特に、シフトアップ時のタイミング  $t_1 \sim t_3$  の期間における出力トルクの変化態様は「トルク相」と、また、シフトアップ時のタイミング  $t_3 \sim t_5$  の期間における変化態様は「イナーシャ相」と一般に称されているこうしたトランスミッションの出力トルクの変化は、トランスミッションに内蔵されるギヤやクラッチの係合及びその解除に伴って発生するトルク伝達特性の過渡的な変化であり、変速時期におけるトランスミッションの過渡的な挙動をより正確に把握したうえで指示トルク  $T_{TRG}$  を算出するためには、モデル上における伝達トルク  $T_X$  の変化態様においても、こうし

た過渡的な変化を再現するのが望ましい。

【0073】この点、本実施形態では、シフトアップ時には過渡トルク比  $k$  と変速開始時伝達トルク  $T_{XINI}$  との乗算値 ( $k \cdot T_{XINI}$ ) を上記伝達トルク  $T_X$  に関する上限値として設定し、変速開始時から所定時間  $T_{SINT}$  が経過するまでは伝達トルク  $T_X$  をこの上限値以下に補正するようにしている。

【0074】また、シフトダウン時には上記乗算値 ( $k \cdot T_{XINI}$ ) を伝達トルク  $T_X$  に関する下限値として設定し、変速開始時から所定時間  $T_{SINT}$  が経過するまでは伝達トルク  $T_X$  をこの下限値以上に制限するようにしている。

【0075】仮に、こうした伝達トルク  $T_X$  の補正を行わない場合（この場合の伝達トルク  $T_X$  の変化態様を図 10、11 に二点鎖線にて示す）とは異なり、図 10、11 に示すタイミング  $t_2 \sim t_3$  の期間やタイミング  $t_4 \sim t_5$  の期間においては伝達トルク  $T_X$  が上記乗算値 ( $k \cdot T_{XINI}$ ) と等しくなるように制限されるようになる。

【0076】・従つて、本実施形態によれば、伝達トルク  $T_X$  の変化態様においてこうした「トルク相」及び「イナーシャ相」を含む過渡的な変化を簡易的に再現することができ、トランスミッションの過渡的なトルク伝達特性を指示トルク  $T_{TRG}$  の算出に簡易的に反映させることができるようになる。その結果、トランスミッションの変速動作が頻繁に行われる車両の過渡的な走行状態を正確に再現した試験結果を得ることができるようになる。

【0077】特に、本実施形態では、伝達トルク  $T_X$  の上限値或いは下限値を設定する際に必要となる過渡トルク比  $k$  を変速開始からの経過時間  $T_S$  とシフト位置  $G$  とに基づいて設定するようにしている。

【0078】・従つて、本実施形態によれば、伝達トルク  $T_X$  の過渡的な変化態様を実際のトランスミッションの特性に即したより正確な形で再現することができるようになるため、同トランスミッションの過渡的なトルク伝達特性を指示トルク  $T_{TRG}$  の算出に対して更に正確に反映させることができるようになる。

【0079】更に、本実施形態では、伝達トルク  $T_X$  の上下限値を設定するうえで、変速開始時における伝達トルク  $T_X$  の大きさを基準とし、この伝達トルク  $T_X$  の大きさに対する比（過渡トルク比  $k$ ）を用いてこれら上下限値を設定するようにしている。

【0080】・従つて、本実施形態によれば、これら上下限値を例えばエンジン 10 の回転速度  $\theta' e$  や第 1 構成体  $M1$  の回転速度  $\theta' 1$  についての関数データを用いて設定するようにした場合は異なり、モデル定数設定部 61 のメモリに記憶されるデータ量を減少させることができ、同メモリの記憶容量の節約を図ることができる。

【0081】以上説明した本実施形態は以下のように構成を変更して実施することもできる。

・上記実施形態では、車両を複数の構成体M1～M3に区分してモデル化するようにしたが、この区分の方法及びその数は上記実施形態と同じである必要はなく任意に設定することができる。

【0082】・上記実施形態では、減速比 $n_t$ を経過時間TSを変数とする正弦関数に基づいて設定するようにしたが、上記トランスミッションの過渡応答時間において減速比 $n_t$ の変化率を徐々に変化させることができるものであればこうした正弦関数に限定されることはない。また、この減速比 $n_t$ を変速開始から経過時間TSの増大に応じて比例的に変化させるようにしてもよい。

【0083】・上記実施形態では、経過時間TSと過渡トルク比 $k$ との関係を定義する関数データを各シフト位置G毎に用意するようにしたが、このシフト位置Gに関しては共通の過渡トルク比 $k$ を用いてより簡易的な形で上記「トルク相」及び「イナーシャ相」を含む過渡的なトルク変化を再現するようにし、メモリの記憶容量の節約及び演算負荷の軽減を図るようにしてもよい。

【0084】・上記実施形態では、伝達トルクTXの上限値或いは下限値を経過時間TS及びシフト位置Gに基づいて変化させるようにしたが、これら上下限値を一定値として設定することもできる。

【0085】・上記実施形態では、本発明をガソリンエンジンの試験装置として具体化するようにしたが、例えばディーゼルエンジンの試験装置として、或いは交流モータや直流モータ等の電動機の試験装置として具体化することもできる。

#### 【0086】

【発明の効果】請求項1乃至6に記載した発明によれば、自動変速機の変速時期における減速比の過渡的な変化を考慮したうえで原動機に付与すべき負荷トルクを算出することができるようになる。従って、自動変速機の変速動作に係る過渡的な挙動を試験結果に簡便に反映させて、同変速動作が頻繁に行われる車両の過渡的な走行状態に即した試験結果を得ることができるようになる。

【0087】また、請求項4乃至6に記載した発明によれば、自動変速機における過渡的なトルク伝達特性を負荷トルクの算出に簡易的に反映させることができる。そ

の結果、自動変速機の変速動作が頻繁に行われる車両の過渡的な走行状態を更に正確に再現した試験結果を得ることができるようになる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】エンジンの試験装置を示す概略構成図。

【図2】車両の動特性モデルを示す模式図。

【図3】ダイナモメータ制御部の構成を示すブロック図。

【図4】スロットル開度及び車速とシフト位置との関係を示すグラフ。

【図5】減速比の算出手順を示すフローチャート。

【図6】過渡減速比の変化態様を示すタイミングチャート。

【図7】伝達トルクの補正手順を示すタイミングチャート。

【図8】シフトアップ時における過渡トルク比を設定するためのマップ。

【図9】シフトダウン時における過渡トルク比を設定するためのマップ。

【図10】シフトアップ時における減速比、過渡トルク比、及び伝達トルクの変化態様を示すタイミングチャート。

【図11】シフトダウン時における減速比、過渡トルク比、及び伝達トルクの変化態様を示すタイミングチャート。

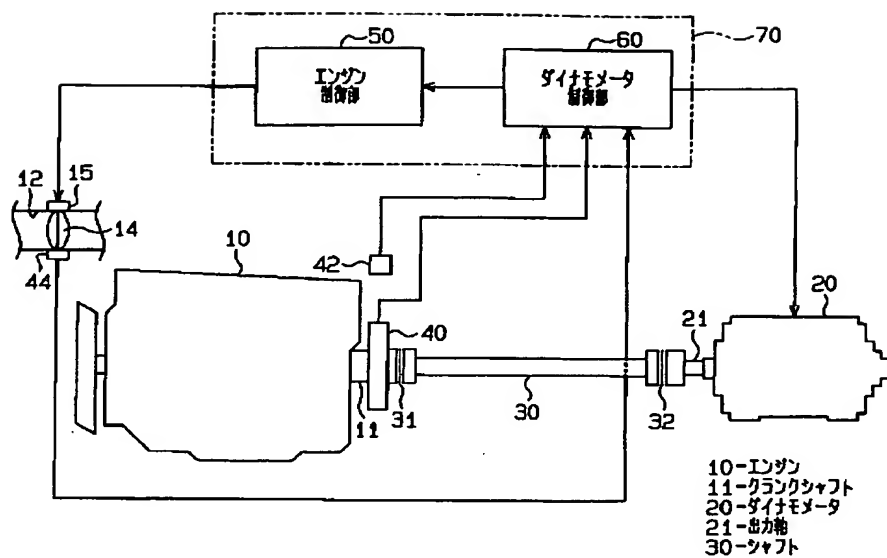
【図12】シフトアップ時におけるトランスミッションの出力トルクの変化態様を示すタイミングチャート。

【図13】シフトダウン時におけるトランスミッションの出力トルクの変化態様を示すタイミングチャート。

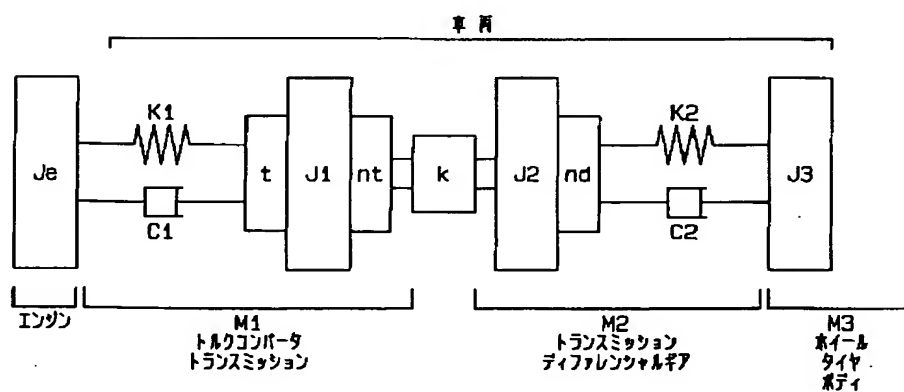
#### 【符号の説明】

10…エンジン、11…クランクシャフト、12…吸気通路、14…スロットルバルブ、15…スロットルモータ、20…ダイナモメータ、21…入力軸、30…シャフト、31、32…カップリング、40…トルクセンサ、42…回転速度センサ、44…スロットルセンサ、50…エンジン制御部、60…ダイナモメータ制御部、61…モデル定数設定部、62…指示トルク演算部、63…車速演算部、64…比較部、65…駆動部、70…制御装置、M1…第1構成体、M2…第2構成体、M3…第3構成体。

【図1】

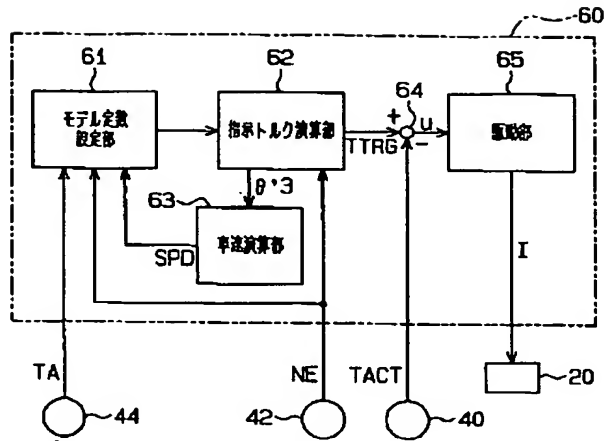


【図2】

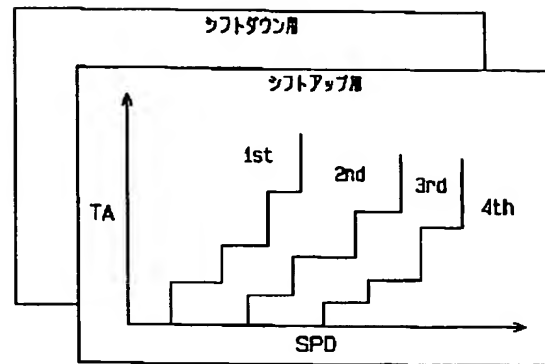


Je: エンジンの等価慣性  
J1~J3: 第1~3構成部M1~M3の等価慣性  
K1, K2: 第1, 2構成部M1, M2の等価バネ定数  
C1, C2: 第1, 2構成部M1, M2の等価ダンピング定数

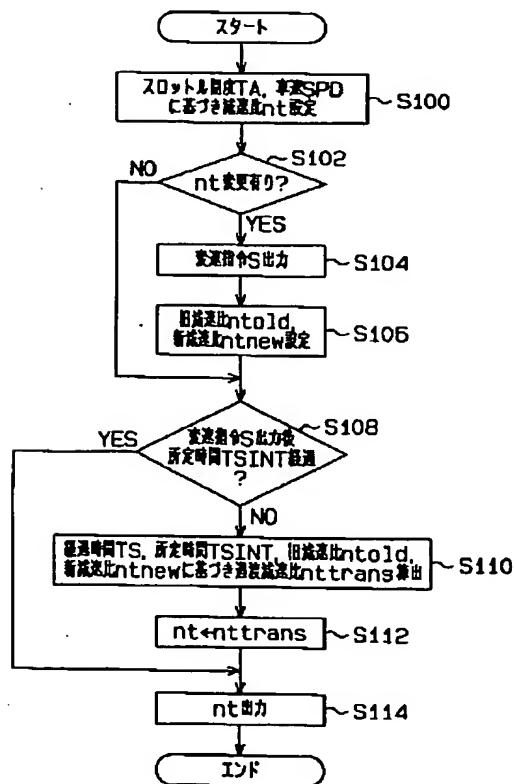
【図3】



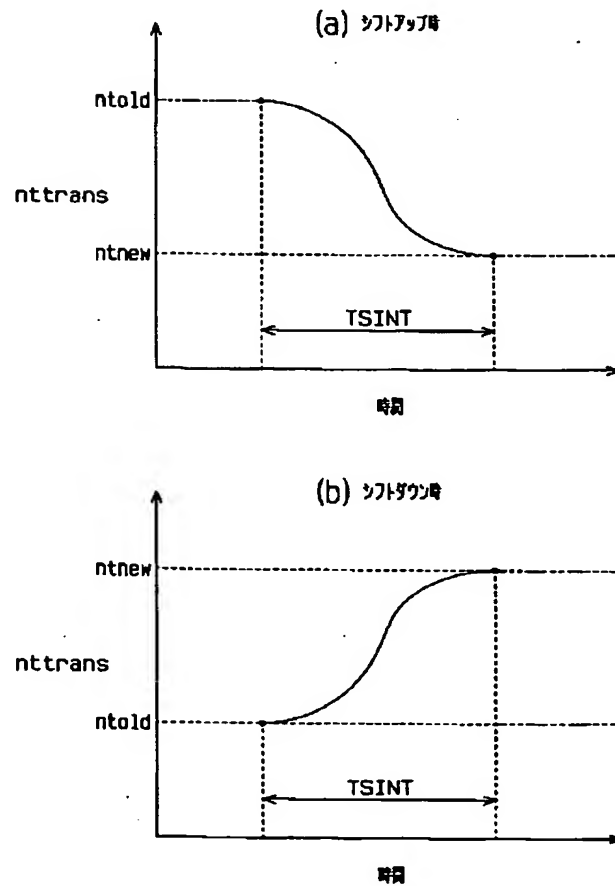
【図4】



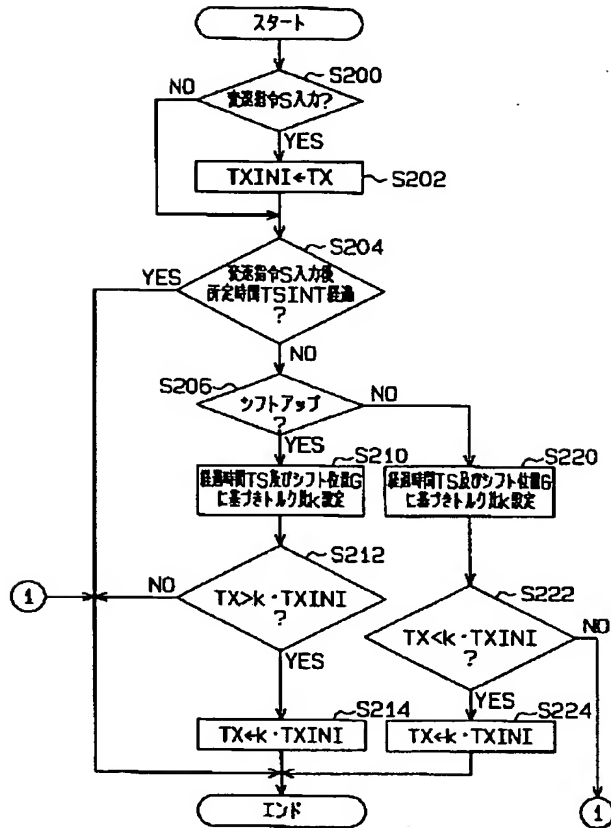
【図5】



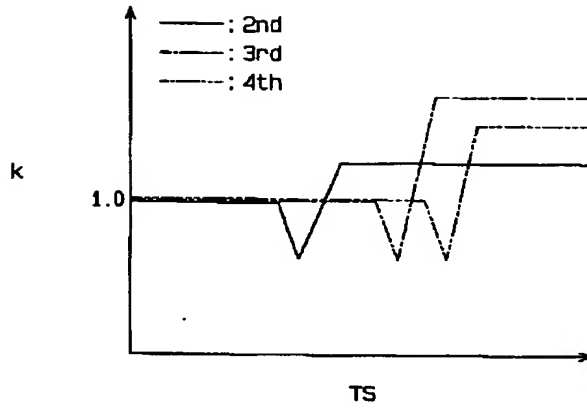
【図6】



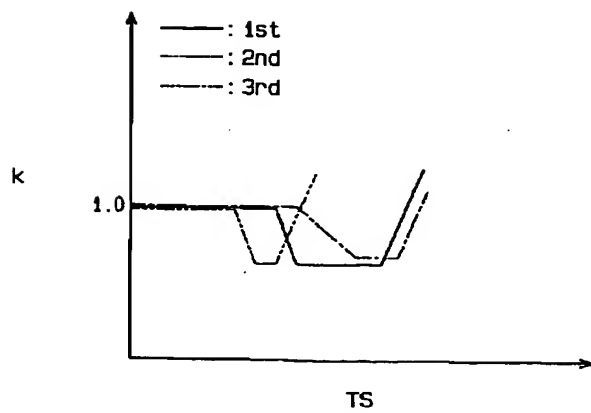
【図7】



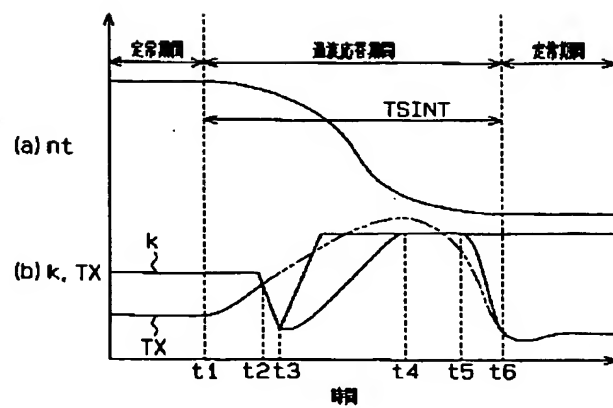
【図8】



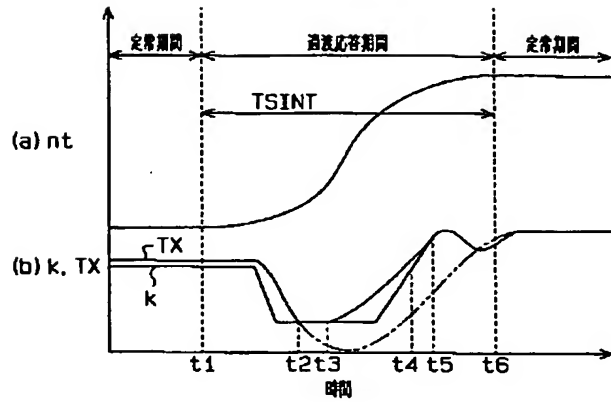
【図9】



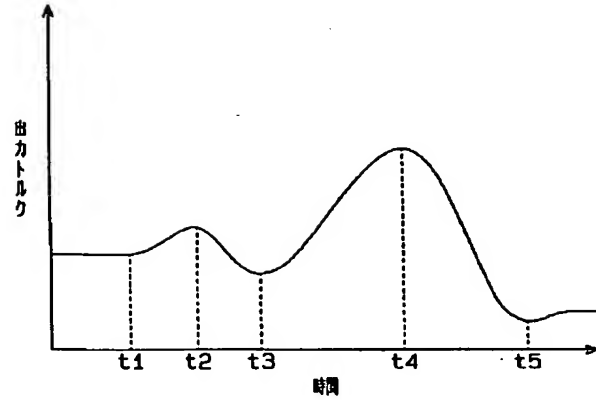
【図10】



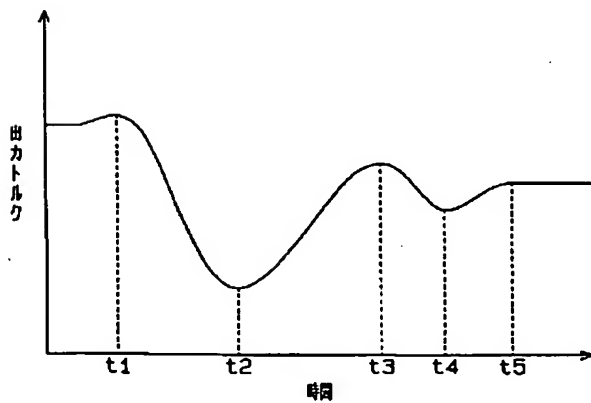
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 鷺山 達也  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車 株式会社内

(72)発明者 佐藤 宏治  
神奈川県横浜市緑区白山1丁目16番1号  
株式会社小野測器テクニカルセンター内  
Fターム(参考) 2G087 AA01 BB01 BB31 DD03 EE22